


Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Минобрнауки России от 2 июня 2020 г. №701;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н.  Н.И. Кожухова

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры материаловедения и технологии материалов «17» марта 2021 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  В.В. Строкова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой материаловедения и технологии материалов

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  В.В. Строкова

«17» марта 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«25» марта 2021 г., протокол № 8

Председатель к.т.н., доц.  А.Ю. Феоктистов

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные	ПК-2 Способен организовывать и проводить лабораторно-аналитическое сопровождение разработки композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения	ПК-2.2 Анализирует сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты, в том числе, с использованием современного программного обеспечения	<p>Знать: специфику анализа сырья и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям с использованием современного программного обеспечения</p> <p>Уметь: анализировать сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывать экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения</p> <p>Владеть: навыками анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обработки экспериментальных результатов с использованием современного программного обеспечения</p>
		ПК-2.4 Измеряет характеристики экспериментальных композиционных материалов	<p>Знать: особенности измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов</p> <p>Уметь: осуществлять измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов</p> <p>Владеть: навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2 Способен организовывать и проводить лабораторно-аналитическое сопровождение разработки композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Технология конструкционных материалов
2.	Модификаторы для композитов различного назначения
3.	Технологическое оборудование для получения современных материалов
4.	Учебная ознакомительная практика
5.	Современные технологии композиционных материалов
6.	Термическая обработка
7.	Теория и технологии защитных покрытий
8.	Активационные процессы в материаловедении
9.	Структурная топология дисперсных систем и композитов
10.	Моделирование материалов и процессов их получения
11.	Экономическое обоснование проектов и исследований
12.	Учебная ознакомительная практика
13.	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
14.	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 4 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации: зачет

Вид учебной работы ¹	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	71	71
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ²	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	73	73
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	64	64
Зачет	–	–

¹ в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

² включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Введение. Теоретической основы термодинамики					
	Основные понятия термодинамики. Термодинамические величины, системы, процессы. Термодинамические параметры. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Температура. Второй закон термодинамики. Уравнение состояния. Статистика фононов и температура. Энтальпия. Энтропия. Третий закон термодинамики. Процессы в изолированных системах.	4	4		6
2. Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов					
	Основы графической термодинамики. Изменение энтропии при образовании сплавов. Зависимость свободной энергии от состава температуры. Зависимость свободной энергии от состава сплава. Термодинамический вывод основных типов диаграмм. Двухфазное равновесие. Системы с ограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии. Трёхфазное равновесие. Диаграммы состояния с промежуточными фазами (химическими соединениями).	6	6		12
3. Диаграммы состояния многокомпонентных сплавов					
	Диаграммы состояния бинарных систем на основе железа. Диаграммы состояния бинарных систем на основе алюминия. Диаграммы состояния тройных сплавов. Политермические разрезы диаграмм состояния промышленных сплавов.	6	6		11
4. Равновесная кристаллизация многокомпонентных сплавов					
	Равновесная кристаллизация трехкомпонентных сплавов. Кристаллизация сплавов перитектического типа (сталей). Кристаллизация сплавов эвтектического типа (чугунов). Связь коэффициента распределения компонента с изменением эвтектической температуры.	6	6		11
5. Теплофизические характеристики сплавов					
	Энтальпийный расчет выделения теплоты затвердевания. Теплофизические характеристики перитектических сплавов на основе железа. Теплофизические характеристики эвтектических сплавов на основе железа. Теплофизические характеристики алюминиевых сплавов.	6	6		12
6. Термодинамика и кинетика формирования структуры при кристаллизации сплавов					

	Базовая система уравнений. Кинетика теплоотода и тепловыделения при кристаллизации. Дендритная кристаллизация первичной твердой фазы. Кристаллизация перитектических сплавов. Кристаллизация эвтектических сплавов.	6	6		12
	ВСЕГО	34	34	–	64

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № <u>4</u>				
1	1. Введение. Теоретической основы термодинамики	Статистика фоонов и температура	5	5
2	1. Введение. Теоретической основы термодинамики	Энтропия	5	5
3	2. Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов	Термодинамический вывод основных типов диаграмм	5	5
4	3. Диаграммы состояния многокомпонентных сплавов	Тройные системы сплавов.	5	5
5	2. Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов	Изучение диаграмм состояния двойных сплавов	5	5
6	3. Диаграммы состояния многокомпонентных сплавов	Изучение диаграмм состояния многокомпонентных сплавов	5	5
7	2. Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов	Анализ фазовых превращений в двухкомпонентных сплавах. Анализ фазовых превращений в железоуглеродистых сплавах	4	4
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:				68

4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения ИДЗ осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Темы для выполнения ИДЗ выдаются студентам в частном порядке в соответствии с перечнем тем дисциплины. Примерный перечень представлен в п. 5.3.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПК-2 Способен организовывать и проводить лабораторно-аналитическое сопровождение разработки композиционных материалов

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.2 Анализирует сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты в том числе, с использованием современного программного обеспечения	Зачет, собеседование, индивидуальное домашнее задание, выполнение и защита практических работ
ПК-2.4 Измеряет характеристики экспериментальных композиционных материалов	Зачет, собеседование, индивидуальное домашнее задание

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Тема 1. Введение. Теоретической основы термодинамики	1. Термодинамика. Основные разделы термодинамики. 2. Термодинамическая система и её состояние. Термодинамический процесс. 3. Преимущества и ограничения термодинамического метода. 4. Внутренняя энергия системы. 5. Первое начало (закон) термодинамики. Суть и формулировки. Общее аналитическое выражение. 6. Первый закон термодинамики для закрытых и открытых систем. 7. Свойства абсолютной температуры. 8. Второй закон термодинамики. Основные формулировки. Уравнение адиабатического процесса. 9. Третье начало термодинамики.

		<p>10. Энтальпия.</p> <p>11. Энтропия и вероятность. Формула Больцмана.</p> <p>12. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона. «Правило фаз» Гиббса.</p> <p>13. Статистика фононов и температура.</p>
2	Тема 2. Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов	<p>14. Изменение энтропии при образовании сплавов.</p> <p>15. Зависимость свободной энергии от состава температуры.</p> <p>16. Зависимость свободной энергии от состава сплава.</p> <p>17. Термодинамический вывод основных типов диаграмм.</p> <p>18. Следствия третьего начала термодинамики.</p> <p>19. Метод термодинамических потенциалов.</p> <p>20. Общие условия равновесия и устойчивости термодинамических систем.</p> <p>21. Условия устойчивости равновесия в однородной системе.</p> <p>22. Равновесие в двухфазной однокомпонентной системе.</p> <p>23. Классификация фазовых переходов.</p> <p>24. Изменение агрегатного состояния вещества (p-T) диаграмма.</p> <p>25. Двухфазное равновесие.</p> <p>26. Системы с ограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии. Трёхфазное равновесие.</p> <p>27. Диаграммы состояния с промежуточными фазами (химическими соединениями).</p>
3	Тема 3. Диаграммы состояния многокомпонентных сплавов	<p>28. Тройные системы сплавов.</p> <p>29. Изображение составов тройных сплавов.</p> <p>30. Определение положения сплава по заданной концентрации компонентов.</p> <p>31. Правило отрезков и центра тяжести.</p> <p>32. Изображение фазовых равновесий в тройных системах.</p> <p>33. Применение геометрической термодинамики к тройным системам.</p> <p>34. Изображение тройных диаграмм состояния в координатах «концентрация-температура».</p> <p>35. Диаграмма состояния с тройной эвтектикой при отсутствии растворимости в твёрдом состоянии.</p> <p>36. Тройная система сплавов с устойчивым химическим соединением.</p> <p>37. Диаграмма состояния с тройной эвтектикой и ограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии.</p>
4	Тема 4. Равновесная кристаллизация многокомпонентных сплавов	<p>38. Равновесная кристаллизация трехкомпонентных сплавов.</p> <p>39. Кристаллизация сплавов перитектического типа (сталей).</p> <p>40. Кристаллизация сплавов эвтектического типа (чугунов).</p> <p>41. Связь коэффициента распределения компонента с изменением эвтектической температуры.</p>
5	Тема 5. Теплофизические характеристики сплавов	<p>42. Энтальпийный расчет выделения теплоты затвердевания.</p> <p>43. Теплофизические характеристики перитектических сплавов на основе железа.</p> <p>44. Теплофизические характеристики эвтектических сплавов на основе железа.</p> <p>45. Теплофизические характеристики алюминиевых сплавов.</p>
6	Тема 6. Термодинамика и кинетика формирования структуры при кристаллизации сплавов	<p>46. Базовая система уравнений.</p> <p>47. Кинетика теплоотвода и тепловыделения при кристаллизации.</p> <p>48. Дендритная кристаллизация первичной твердой фазы.</p> <p>49. Кристаллизация перитектических сплавов.</p> <p>50. Кристаллизация эвтектических сплавов.</p>

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра на практических занятиях в форме собеседования, выполнения различных заданий в форме индивидуальных домашних заданий, предлагаемых преподавателем, представления доклада-презентации.

Перечень примерных контрольных вопросов для практических занятий

№ п/п	Тема практического занятия	Содержание вопросов
1	Основные законы термодинамики. Виды термодинамических систем, их классификация	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие термодинамики 2. Нулевой закон термодинамики. Физический смысл 3. Первый закон термодинамики. Физический смысл 4. Второй закон термодинамики. Физический смысл 5. Четвертый закон термодинамики. Физический смысл 6. Термодинамически обратимые и необратимые процессы 7. Открытые и замкнутые системы 8. Роль времени как параметра в термодинамике
2	Параметры и функции состояния термодинамического процесса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Виды параметров состояния системы. Привести примеры 2. Виды функций состояния системы 3. Основные отличия параметров состояния от функций состояния 4. Описать понятие «энтальпия» 5. Описать понятие «энтропия» 6. Теплота и работа с точки зрения термодинамики 7. Дать определение Закону Гесса 8. Физический смысл уравнения Менделеева-Клапейрона для идеального газа с точки зрения термодинамики
3	Термодинамика формирования структуры вещества. Виды структуры вещества. Кристаллические решетки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Структура вещества. Классификация структур 2. Дать определение понятию «кристалл» 3. Что такое кристаллическая решетка 4. Виды кристаллических решеток, характерных для металлов 5. Охарактеризовать структуры дальнего и ближнего порядка 6. Изобразить структуру аморфно-кристаллического состояния металла/сплава 7. Термодинамическая устойчивость системы в зависимости от степени кристалличности ее структуры. 8. Термодинамика системы при абсолютном нуле
	Анализ фазовых превращений в двухкомпонентных сплавах.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое аллотропная модификация. Привести примеры 2. Описать основные стадии зарождения и роста кристалла 3. Дать определение фазам в металле 4. Что такое металл-растворитель в сплаве?
4	Понятие сплава. Виды сплавов. Термодинамический вывод основных типов диаграмм	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дать определение понятию «сплав» 2. Классификация сплавов по характеру взаимодействия компонентов 3. Что такое химическое соединение? 4. Что такое механическая смесь? 5. Что такое твердый раствор? 6. В чем разница между твердым раствором внедрения и

		замещения?
5	Изучение диаграмм состояния двойных сплавов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дать определение равновесному и неравновесному состояниям сплава 2. Что такое двойной сплав? 3. Что такое двойной сплав первого типа? 4. Что такое эвтектический сплав? Его особенности 5. Что такое линия солидуса? 6. Что такое линия ликвидуса? 7. Что такое система сплавов
6	Изучение диаграмм состояния многокомпонентных сплавов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое диаграмма состояния сплава? Какую информацию она дает о системе? 2. Охарактеризовать зону между линиями солидуса и ликвидуса. 3. Что такое двойной сплав третьего типа? 4. Изобразить схематически и охарактеризовать диаграмму состояния двойного сплава 5. Охарактеризовать связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния 6. Перечислить Закономерности Курнакова

Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) – это самостоятельная работа студента, которая выполняется по заданию преподавателя. Она состоит из теоретической и практической частей. Теоретическая часть носит описательный характер и предполагает создание краткого научного обзора по заданной теме.

Практическая часть включает в себя расчет основных характеристик исследуемого объекта в зависимости от поставленной задачи.

ИДЗ должно включать:

- титульный лист,
- задание на ИДЗ,
- теоретическая часть,
- практическая часть,
- заключение (выводы),
- список использованной литературы.
- приложения (при необходимости).

Пример задания ИДЗ:

Построить кривую охлаждения и диаграмму состояния для сплава «Медь-Цинк» в соотношении компонентов 55:4. Отметить на кривых все фазовые переходы (с их описанием) и отметить все критические точки.

На основании построенных графиков отметить линии ликвидуса и солидуса, отметить эвтектическую точку сплава.

Перечень конкретных вопросов, которые должны быть отражены в ИДЗ, определяется преподавателем. Изложение материала должно быть достаточно детальным, чтобы была возможность провести проверку результатов.

Заключение по работе должно содержать перечень и оценку результатов выполнения квалификационной работы и степени их соответствия требованиям задания. В приложения следует включать вспомогательный материал,

необходимый, по мнению автора, для лучшего понимания изложенного материала, который, однако, загромождает текст основного раздела. Например, вывод используемого ИДЗ графического иллюстративного материала и т.п.

Общий рекомендуемый объем расчетно-пояснительной записки по ИДЗ с приложениями составляет 6–10 страниц.

Типовые тематики ИДЗ

1. Построение кривой охлаждения чистого железа
2. Построение диаграмм состояния системы сплавов «медь-цинк»
3. Подробная характеристика диаграммы состояния сплава «железо-углерод»

Защита ИДЗ предусматривает **собеседование**, т.е. специальную беседу с обучающимся, что позволяет оценить объём его знаний.

Примерные контрольные вопросы для защиты ИДЗ

1. Перечислить основные виды кристаллических решеток для металлов
2. Изобразить структуру аморфно-кристаллического состояния металла/сплава
3. Перечислить основные законы термодинамики
4. Описать термодинамический процесс при плавлении металла
5. Пояснить физический смысл эвтектической точки
6. Описать виды взаимодействия компонентов в сплаве

5.4 Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: не зачтено (2 – неудовлетворительно), зачтено (3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично).

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по практике	Критерий оценивания
Знания	Знание специфики анализа сырья и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения
	Знание особенностей измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов
Умения	Умение анализировать сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения
	Умение осуществлять измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов

Владения	Владение навыками анализа сырья, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения
	Владение навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание специфики анализа сырья и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения	Не знает специфику анализа сырья и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения	Знает специфику анализа сырья и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения, но допускает грубые ошибки при использовании	Знает специфику анализа сырья и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике	Знает специфику анализа сырья и материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения, свободно использует знания на практике
Знание особенностей измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Не знает особенности измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Знает особенности измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов, но допускает грубые ошибки при использовании	Знает особенности измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике	Знает особенности измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов, свободно использует знания на практике

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение анализировать сырье,	Не умеет анализировать сырье,	Умеет анализировать сырье,	Умеет анализировать сырье,	Умеет анализировать сырье,

материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения	материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения	материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике	материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике	материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения, свободно использует умения на практике
Умение осуществлять измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Не умеет осуществлять измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Умеет осуществлять измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике	Умеет осуществлять измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике	Умеет осуществлять измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов, свободно использует умения на практике

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками анализа сырья, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения	Не владеет навыками анализа сырья, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения	Владеет навыками анализа сырья, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения, но допускает незначительные	Владеет навыками анализа сырья, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения, но допускает незначительные	Свободно владеет навыками анализа сырья, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения

<i>программного обеспечения</i>		<i>ошибки при применении навыков на практике</i>	<i>ошибки при применении навыков на практике</i>	
<i>Владение навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов</i>	<i>Не владеет навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов</i>	<i>Владеет навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при применении навыков на практике</i>	<i>Владеет навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при применении навыков на практике</i>	<i>Свободно владеет навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов</i>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УКЗ, №103	Специализированная мебель, технические средства обучения: ноутбук, проектор, проекционный экран.
2	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УКЗ, №107	Специализированная мебель, технические средства обучения: ноутбук, проектор, проекционный экран
3	Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УК4, №026, 027	Специализированная мебель, технические средства обучения: ноутбук, проектор, проекционный экран
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
5	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Московский, С.Б. Курс статистической физики и термодинамики: учебник для вузов / Московский С.Б. – Москва: Академический Проект, Фонд «Мир», 2015. – 317 с.
2. Казенас, Е.К. Термодинамика испарения оксидов / Е.К. Казенас. – М.: URSS, 2008. – 474 с.
3. Сильман, Г.И. Термодинамика и термокинетика структурообразования в чугунах и сталях: монография / Г.И. Сильман. – М.: Машиностроение, 2007. – 301 с.
4. Неверов, А.С. Коррозия и защита материалов: учеб. пособие для студентов техн. специальностей вузов / А.С. Неверов, Д.А. Родченко, М.А. Цырлин. – Москва: Форум, 2013. – 221 с.
5. Буслаева, Е.М. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.М. Буслаева. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012. – 148 с.
6. Алексеев, В.С. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.С. Алексеев. – Саратов: Научная книга, 2012. – 159 с.
7. Солнцев, Ю.П. Материаловедение: учебник для вузов / Ю.П. Солнцев. – СПб: ХИМИЗДАТ, 2014. – 784 с.
8. Анализ диаграммы фазового равновесия сплавов системы «железо – цементит» / сост. Н.В. Тарасова. – Липецк: ЛГТУ, ЭБС АСВ, 2012. – 27 с.
9. Дрозд, М.И. Основы материаловедения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М.И. Дрозд. – Минск: Вышэйшая школа, 2011. – 431 с.
10. Колесов, С.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник / С.Н. Колесов, И.С. Колесов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2007. – 535 с.

11. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / ред. В.С. Чередниченко. – 4-е изд., стер. – М.: Омега-Л, 2008. – 751 с.
12. Физическое материаловедение: учебник для вузов: в 6 т. / под общей ред. Б. А. Калина. Т. 2. Основы материаловедения / В.В. Нечаев, Е.А. Смирнов, С.А. Кохтев, Б.А. Калинин, А.А. Полянский, В.И. Стаценко. – М.: МИФИ, 2007. – 608 с.
13. Морачевский, А.Г. Физическая химия. Термодинамика химических реакций [Электронный ресурс] / А.Г. Морачевский. – М.: Лань, 2015. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64336.
14. Осинцев, О.Е. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Фазовые равновесия в сплавах [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О.Е. Осинцев. – М.: Машиностроение, 2014. – 351 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63214.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

Электронные образовательные ресурсы библиотеки БГТУ.

1. <http://www.DWG.ru>.
2. <http://www.iprbookshop.ru/27465>. - ЭБС «IPRbooks».
3. <http://www.vashdom.ru/norms.htm>
4. <http://ntb.bstu.ru/resource>
5. <http://www.stroyoffis.ru>

Иные электронные образовательные ресурсы.

1. <http://www.nanonewsnet.ru/>
2. <http://www.ntsр.info/>